



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit von Außenwänden und anderweitigen Bauwerksbedingungen und/oder der schlechten Durchlüftung von Wohn- oder gewerblich genutzten Räumen, dadurch gekennzeichnet, daß an der Außenwand, vorrangig raumseits, die Oberflächentemperatur gemessen und zusammen mit den sich aus der Außen- und Raumtemperatur theoretisch ergebenden Werten die Verdunstungskälte oder Kondensationswärme in bzw. an der Wand bestimmt wird, wobei ein erhöhtes Maß an auftretender Verdunstungskälte auf eine Wasserdurchlässigkeit und ein erhöhtes Maß an Kondensationswärme auf eine schlechte Raumdurchlüftung hinweisen.
2. Verwendung des Verfahrens zur Herstellung von Außenwänden und anderweitigen Bauwerksbegrenzungen, die durch gezielte Wasseraufnahme mittels steuerbarer Zusätze im Sommer kühlend wirken.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit von Außenwänden und anderweitigen Bauwerksbegrenzungen und/oder der schlechten Durchlüftung von Gebäuderäumen.

Nicht selten kommt es vor, daß sich an Außenwänden in umschlossenen Räumen Schimmelpilze oder Wasserniederschläge bilden. Ob deren Ursache Kondensation oder Wandundichtigkeit ist, läßt sich praktisch nur dadurch erforschen, daß das Mauerwerk an der befallenen Stelle tiefgreifend aufgeschlagen wird, um zu prüfen, ob das Mauerwerk durchgehend feucht ist. Einen andere Sichtprüfung erlaubt jedenfalls keinen sicheren Schluß, ob das Mauerwerk wasserdurchlässig ist und daher der Schimmelpilzbefall bzw. die Wandfeuchte herrührt oder ob die Raumdurchlüftung unzureichend ist und damit Kondensation als Ursache in Betracht kommt.

Vielfach wird aus der Tatsache, daß die elektrisch gemessene Oberflächentrockenheit der befallenen Wände relativ niedrig ist, der falsche Schluß gezogen, daß kein Feuchtigkeitsdurchschlag vorliegen kann.

Bei der Anwendung dieses Verfahrens wird jedoch übersehen, daß der Trocknungswiderstand an den inneren Wandoberflächen physikalisch bedingt ein verhältnismäßig niedriges Maß besitzt, so daß diese Oberflächen zu Lasten einer Luftbefeuchtung relativ trocken sind. So kommt es bei flüssigen Wasserdurchschlägen in Räumen vorzugsweise zu hohen Raumluftfeuchtigkeiten mit zwangsläufigen Kondensationserscheinungen an den jeweils kältesten Bauwerksbegrenzungen, ganz gleich, ob diese nun guten oder schlechteren Wärmeschutz bieten. In der Praxis wird bei Kondensationserscheinungen eine allgemein mehr oder weniger starke Belüftung ins Freie zur Abhilfe vorgeschlagen, die jedoch bei der erheblichen Wasserspende von undichten Fassaden dort ihre Grenze findet, wo der Heizaufwand unvertretbar hoch wird.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, das auf einfache Weise eine Beantwortung der Frage ermöglicht, ob Feuchtigkeitsschäden im Bereich von Außenwänden auf Fassadenundichtigkeit oder unzureichender Ablüftung der Lebensfeuchtigkeit beruhen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß nach Messung der Außen- und Raumtemperatur mit den überschläglichen für die Außenwand kalkulierten Wärmeübergangswiderständen und dem  $k$ -Wert eine Berechnung der raumseitigen Oberflächentemperatur erfolgt. Parallel dazu wird die tatsächliche Oberflächentemperatur gemessen, wobei markant erhöhte Temperaturwerte auf Kondensationswärme infolge schlechter Raumdurchlüftung und markant zu niedrige Werte auf Wasserdurchlässigkeit mit Verdunstungskälte hinweisen.

Die Erfindung nutzt demnach den thermodynamischen Effekt aus, daß verdunstendes Wasser der Umgebung als sogenannte Verdunstungskälte Wärme entzieht oder daß andererseits infolge hoher Raumluftfeuchtigkeit an Wänden kondensierendes Wasser, sogenannte Kondensationswärme, abgibt.

Messungen haben ergeben, daß durch die stündliche Verdunstung/Kondensation eines Wasserfilmes von 0,1 mm Dicke umgehend der erhebliche Energiebetrag von 63 W/m<sup>2</sup> entzogen/zugeführt wird.

Kondensation von Raumluftfeuchtigkeit an Wänden, die außerhalb des unmittelbaren Sommers auftreten kann, entsteht durch ein Temperaturgefälle des Aufenthaltsraumes ins Freie. Die hieraus resultierende Temperaturdifferenz zwischen der Raumluft und den raumseitigen Außenwandoberflächen läßt sich bei bekannten Wärmedurchgangskoeffizienten der betreffenden Wand berechnen. Kommt es zu merklichen Unterschieden zwischen dem Soll- und Istwert, so erklärt sich das mit der im vorstehenden Absatz diskutierten thermodynamischen Problematik wie folgt:

Bei zu großem Temperaturabfall, also zu niedrigen Temperaturen an der Innenseite der Außenwand, ist die Ursache in Verdunstungserscheinungen zu suchen, mit der erhebliche Abkühlung (Verdunstungskälte) einhergeht.

Bei einem zu geringen Temperaturabfall, also zu hoher Temperatur an der Innenseite der Außenwand, liegt hingegen die Ursache in Kondensationserscheinungen, die wie oben gesagt, erhebliche Erwärmung resultieren lassen.

Damit läßt sich aus Abweichungen zwischen der  $k$ -Wert-bedingten und der tatsächlich gemessenen Temperaturdifferenz von der Raumluft zur Innenseite der Außenwand bestimmen, in welchem Maß Verdunstung oder Kondensation in Erscheinung tritt. Aus der Abweichung kann das Maß des Feuchtigkeitsumsatzes quantitativ sehr verläßlich berechnet werden, weil die Temperatureinflüsse des  $k$ -Wertes weit unter denen des Wassereinflusses liegen.

Die Verdunstungsmenge berechnet sich nach der Molierschen Zustandgleichung wie folgt:

$$X_w = \frac{\theta_i - \theta_{w,ist} - (\theta_i - \theta_a)k/a_i}{1,16 (0,6 + 4,5 \cdot 10^{-4} \theta_i)} \left( \alpha_i + \frac{1}{1/k - a/a_i} \right) \text{ g/m}^2\text{h}$$

mit

- $k$  = Wärmedurchgangszahl der Wand in  $\text{W/m}^2\text{°C}$   
 $\vartheta_i$  = Innentemperatur in K  
 $\vartheta_a$  = Außentemperatur in K  
 $\vartheta_{W\text{ Ist}}$  = an der Außenwand innen gemessene Temperatur in K  
 $\alpha_i$  = Wärmeübergangswiderstand innen, in der Regel  $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{°C}$

5

Je nachdem, ob die gemessene Wandtemperatur zu hoch oder zu niedrig im Vergleich zu der zu erwartenden Temperatur ist, liegt demnach Wasserdurchschlag oder eine raumseitig überhöhte Luftfeuchtigkeit vor. Der Fachmann kann danach gezielt entweder für äußere Abdichtung, ggf. mit Wärmedämmung, oder für bessere Entlüftung des betroffenen Raumes sorgen.

10

Nach einer Weiterbildung der Erfindung läßt sich das Verfahren auch dazu verwenden, eine Fassade so zu gestalten, daß durch gezielte Wasseraufnahme mittels steuerbarer Zusätze eine wirksame Raumkühlung im Sommer geschaffen wird. Das Maß der Kühllhaltung von umschlossenen Räumen wird ohne diesen Einfluß vom Maß der sonnenbeanspruchten Fenster, bezogen auf das Speichervermögen der Raumwände, bestimmt. Werden erfindungsgemäß in Außenwände Schichten eingebracht, die steuerbar die Wasseraufnahmeregeln und für eine definitive Verdunstung nach innen sowie nach außen sorgen, so führt die dadurch bedingte Kühlung zu einer beträchtlichen Senkung der Raumtemperatur.

15

In der Praxis wird z. B. an sinnvoll konzipierten Mauerwerksfassaden eine Verdoppelung des Kühleffektes gegenüber dem erreicht, was sich mit üblich massiver Bauweise verwirklichen läßt.

20

Somit kann besonders an Mauerwerksfassaden mit gezielten Zusatzmaßnahmen primär angemessene Wasseraufnahme und sekundär stetige Trocknung mit entsprechender Kühlwirkung für den Sommer geschaffen werden. Durch eine entsprechende Bemessung des Lüftungseffektes an den Fensterfugen ( $a$ -Werte) läßt sich bei jahreszeitbedingten kühleren Außentemperaturen für eine ausreichende Ableitung der Luftbefeuchtung sorgen.

25

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung erläutert, die im Querschnitt eine schematische Darstellung eines Außenwandabschlusses zeigt.

Der Raum 1 liegt in einer Etagenwohnung und besitzt eine Decke 2 im Einflußbereich eines Balkons 3 der darüber liegenden Wohnung 4. Oberhalb des Fensters 5 traten im Bereich des Mauerwerks der Decke 2 beidseits des Fensters 5 Durchfeuchtungen auf.

30

Es stellte sich die Frage, ob diese Durchfeuchtungen darauf zurückzuführen waren, daß die unvermeidlich mit Lebensfeuchte belasteten Räume unzureichend belüftet waren oder ob die aufgetretenen Durchfeuchtungen auf Regenundichtigkeit zurückzuführen sind.

Zur Beantwortung der gestellten Frage wurden im Raum 1 die Oberflächentemperaturen an den feuchten Wänden ermittelt. Diese Temperaturen ließen sich erfindungsgemäß mit den theoretisch aus der Wärmedurchgangszahl berechenbaren Temperaturen vergleichen, dahingehend, daß die bei der Verdunstung auftretende Untertemperatur Rückschlüsse auf die verdunstete Wassermenge oder umgekehrt bei Übertemperaturen Rückschlüsse auf die Kondensationsmengen ermöglicht.

35

Die Messung der Emissionstemperaturen an der schimmelpilzbefallenen Außenwand ergibt folgende Bilanz:

40

Wandtemperatur im Schadensbereich  $\vartheta_{W\text{ Ist}} = 9,4^\circ\text{C}$

Als Innen- und Außentemperaturen wurden an verschiedenen, nicht im Temperaturgefälle liegenden massiven Elementen und damit integriert für den Raum und im Freien gemessen:

45

Raumtemperatur  $\vartheta_i$  =  $19,3^\circ\text{C}$   
 Außentemperatur  $\vartheta_a$  =  $2,1^\circ\text{C}$

Die Temperaturbilanz zeigt, daß die untersuchte Außenwand zum Raum hin eine Untertemperatur von  $\Delta\vartheta = 9,9^\circ\text{C}$  aufweist, während nach den Wärmedurchgangsberechnungen bei den gemessenen Außen- und Innentemperaturen und dem möglichen Toleranzbereich der  $k$ -Werte ( $k = 1 \dots 2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) diese Differenz nur  $\Delta\vartheta = 2,3 \dots 4,6^\circ\text{C}$  betragen dürfte. Als Ursache kam ausschließlich Verdunstung mit der nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten dazugehörigen Abkühlung in Frage, die im vorliegenden Fall allein dann auftreten kann, wenn von außen Wasser eindringt. Unter Anwendung der Molierschen Gleichung berechnet sich die Feuchtigkeitsverdunstung auf  $X_w = 85 \dots 100 \text{ g/m}^2\text{h}$ . Ursache für den Wasserdurchtritt kann also nur eine Undichtigkeit sein.

50

55

Dafür kommt hier nach örtlichem Befund ausschließlich Undichtigkeit an der oberen Balkonabdichtung in Frage.

Bei Feuchtigkeitsanfall auf dem Balkon dringt Wasser durch diese Undichtigkeit in das darunter liegende Mauerwerk bzw. in den Fenstersturz aus Beton.

60

Nach den verfahrensgemäß gewonnenen Erkenntnissen beruht somit der Feuchtigkeitsschaden nicht auf Kondensation von Lebensfeuchte, so daß ohne im Vorfeld zerstörende Prüfungen zur Sanierung folgendes empfohlen werden kann:

- Entfernen des Balkonstrichs einschließlich Wärmedämmung und Eindichtung.
- Aufbringen einer neuen Eindichtung, die an den Rändern 15 cm über die Oberkante der anschließend zu verlegenden Wärmedämmung und des Verschleißbelages heraufgezogen werden muß. In diesem Bereich ist die Eindichtung mit einer Los-/Festflanschkonstruktion an das aufgehende Mauerwerk zu fixieren.

65

c) Neuverlegen des Balkonestrichs.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**Nummer:**  
**Int. Cl.<sup>4</sup>:**  
**Anmeldetag:**  
**Offenlegungstag:**

G 16 - 8











**708 866/578**